

色彩情報を用いたファジィ推論による時系列顔画像からの 口唇抽出に関する検討

白澤 洋一[†] 西田 眞[†] 栗栖 怜史[‡]
[†]秋田大学 [‡]株式会社アルファシステムズ

1. はじめに

発話に伴う口形の時系列変化は固有の特徴を有し、読唇および個人識別を行う上で有効な情報となり得る。そこで筆者らは、通常の室内環境（日常一般的と考えられる蛍光灯による照明下）で取得された発話時の時系列顔画像を対象とし、被験者に対して口紅の塗布や補助的な照明を利用することなく口唇の位置および形状を自動抽出する手法を提案した^[1]。

室内環境で取得した画像データを処理する時、照明の周期的な明度変化やハイライトといった各種外乱に対して高いロバスト性が求められる。さらに、頭髪の色は染髪により任意に変更可能であるため、頭髪の色に対しても高いロバスト性が求められる。したがって、頭髪の色やハイライトが口唇抽出処理に与える影響を低減させる処理の開発が必要である。

そこで本研究では、一般的な室内環境で取得した時系列顔画像から良好に口唇抽出することを目的とする。

2. 使用画像データ

被験者 15 名(a~o)が「秋田(あきた)」と 1 回ずつ発話した画像データを CCD ビデオカメラ(SONY 製: DCR-TRV900)により取得した。1 回の発話で取得されるフレーム数は被験者により異なるが、約 50~80 フレームであった。なお、口唇抽出に必要な色彩情報は、各被験者を撮影した時のフレーム No.1 からそれぞれ取得している。取得画像データの概要を表 1 に示す。

3. 口唇抽出法

3.1 従来法の概要^[1]

特徴量である色彩情報として、 $L^*a^*b^*$ 色空間で定義された知覚色度指数 a^* , b^* およびメトリック色相角 h_{ab} に着目した。前処理として、はじめに被験者毎に顔画像(図 1(a)参照)から背景画像(模様のない一

表 1 画像データの概要

画像サイズ	320×240 画素
情報量	RGB 各 8bit
総フレーム数	964 フレーム

様な壁、図 1(b)参照)の a^* , b^* それぞれの色差を求め、差分画像を生成した。次に、この差分画像に平滑化処理(Median フィルタ^[2])を施した(図 1(c)参照)。

照明の影響による色味の変動、ならびに口唇輪郭の境界が明確でないことなどを「あいまいさ」と仮定し、口唇抽出を目的としてファジィ推論によるクラス分類処理を施した。クラスとしては「肌クラス」、「口唇クラス」、「壁クラス」、「その他クラス」を設定した。ここで、前件部メンバーシップ関数は各特徴データの平均値を中心とする三角型関数である。次に、「肌クラス」に分類された画素を輝度値 255 (白)、「肌クラス」以外の画素を輝度値 0 (黒)とする 2 値化処理(図 1(d)参照)および膨張・収縮処理を施した。さらに輝度値 0 の画素に対してラベリング処理を施した(図 1(e)参照)。ここで、各ラベルの特徴パラメータとして面積および口唇クラス帰属率を設定し、口唇を抽出した(図 1(g)参照)。

フレーム No.2 以降では、口唇周辺の領域(以下、口唇周辺領域と略記する)で口唇抽出処理を施した。口唇周辺領域の設定例を図 1(h)に示す。さらに、口唇形状の抽出精度向上を目的とし着目画素と近傍画素の関連を考慮してメトリック色相差 ΔH_{ab} も特徴量として用いた(以下、従来法と略記する)。

3.2 前件部メンバーシップ関数の自動更新

従来法^[1]では、口唇抽出に用いるファジィ推論処理の教師データは被験者毎のフレーム No.1 から取得していた。しかし、ファジィ推論における前件部メンバーシップ関数をフレーム毎に自動更新することにより、照明の周期的な明度変化に伴う色味の変動に対するロバスト性の向上が予想される。

そこで本研究では、ファジィ推論の前件部メンバーシップ関数の自動更新について検討を加えた。

予備実験の結果、口唇周辺領域における a^* およ

A Study on Lip Extraction due to Fuzzy Reasoning by Using Color Information from Sequential Facial Images

[†] Yoichi Shirasawa and Makoto Nishida (Department of Computer Science and Engineering, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita Univ.)

[‡] Satohumi Kurisu (Alphe Systems Inc.)

び h_{ab} のヒストグラムは「肌クラス」と「口唇クラス」に対応し双峰となる事例の多いことが明らかとなった。そこで、フレーム No.2 以降において口唇周辺領域における a^* と h_{ab} それぞれのヒストグラムに判別分析法^[3]を施した。次に、判別分析法を施すことにより得られた a^* における「肌クラス」、「口唇クラス」それぞれのクラス平均レベル^[3]、ならびに h_{ab} における「肌クラス」、「口唇クラス」それぞれのクラス平均レベルに着目し、得られた値を前件部メンバーシップ関数をフレーム毎に自動更新するための特徴量として用いた。具体的には、フレーム毎に各クラス平均レベルを三角型関数の中心として設定し、クラス分類処理を施した。

3.3 口唇の形状特徴に着目した特徴パラメータの設定

さらに、従来法ではラベリング処理の特徴パラメータとして面積および口唇クラス帰属率^[4]を設定していた。しかしながら、黒色以外（茶色など）の色を有する頭髮、ならびに額におけるハイライトが口唇抽出処理に与える影響を考慮するまでには至らなかった。一方、口唇固有の情報に着目することにより、口唇形状の抽出精度向上が予想される。

そこで本研究では、新たに以下の特徴パラメータについて検討を加えた。

形状の左右対称性：発話に伴い口形が変化した場合においても口唇形状が左右に対称性を有することに着目し、左右に対称性のある画素数をラベル全体の画素数で除算して算出。

縦幅と横幅の比率：閉口時における口の横幅は縦幅と比較し大きいことに着目し、口唇の横幅と縦幅の比率を算出。

垂直方向のエッジ抽出率：垂直方向の Sobel フィルタ^[2]を前処理済画像に適用し、一次微分を求めた（図 1(f)参照）。次に、各ラベルを囲む四角形の面積に対する検出された画素数の割合を算出した。なお、垂直方向の Sobel フィルタにより上唇と肌の境界付近に生じるエッジが良好に抽出されるとともに、頭髮およびハイライト部分のエッジが抽出されにくいことを確認している。

4. 実験結果および検討

被験者 15 名(a~o)に提案手法を施したところ、対象とした全ての画像で口唇位置が良好に抽出可能であった（図 2 参照）。また、提案手法による口唇の形状抽出精度（約 96%）は従来法（約 94%）と比較し 2% 向上した結果が得られた。これは、前件部メンバーシップ関数を自動更新することにより、照明の周期的な明度変化に伴う色味の変動に対するロバスト性が向上したことを示唆させるものである。

さらに、ラベリング処理において、口唇の形状特徴

に着目した 3 種類の特徴パラメータ（形状の左右対称性、縦幅と横幅の比率、垂直方向のエッジ抽出率）を設定することにより、頭髮の色やハイライトの影響により生じたラベルと口唇に対応するラベルが従来法と比較し、良好に分類可能であることを確認している。

5. まとめ

本研究では、文献[1]で提案した手法を踏まえ、一般的な室内環境で取得された発話時の時系列顔画像から良好な口唇抽出を目的とし、各種外乱の影響を低減させる処理について検討を加えた。得られた結果をまとめると次のようになる。

フレーム毎の色味変動に対応した前件部メンバーシップ関数の自動更新を行う特徴量として、 a^* および h_{ab} それぞれのクラス平均レベルが有用である。

口唇位置抽出を目的として、ラベリング処理を施す時、口唇形状に着目した特徴パラメータである左右の対称性、縦幅と横幅の比率、ならびに垂直方向のエッジ検出率が有用である。

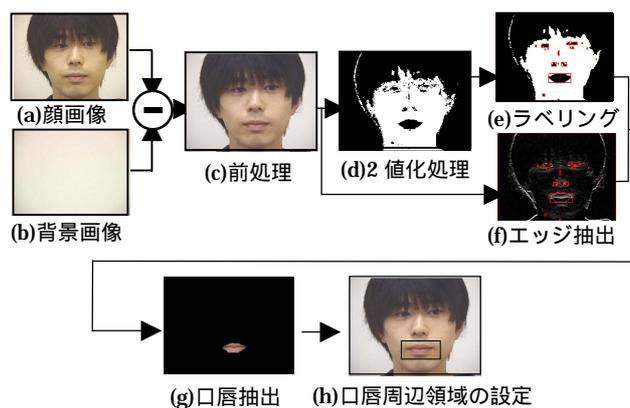


図 1 提案手法における口唇抽出処理の流れ

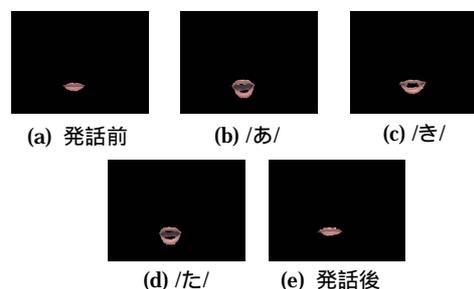


図 2 提案手法における口唇の抽出結果例

文献

- [1] 白澤, 西田: 「あいまいさを考慮した色彩情報による口唇抽出アルゴリズム」, 電学論 C, Vol.123-C, No.4 (掲載予定)
- [2] 高木, 下田: 「画像解析ハンドブック」, 東大出版(1991)
- [3] 大津: 「判別および最小 2 乗基準に基づく自動しきい値選定法」, 信学論(D), Vol.J63-D, No.4, pp.349-356(1980)